

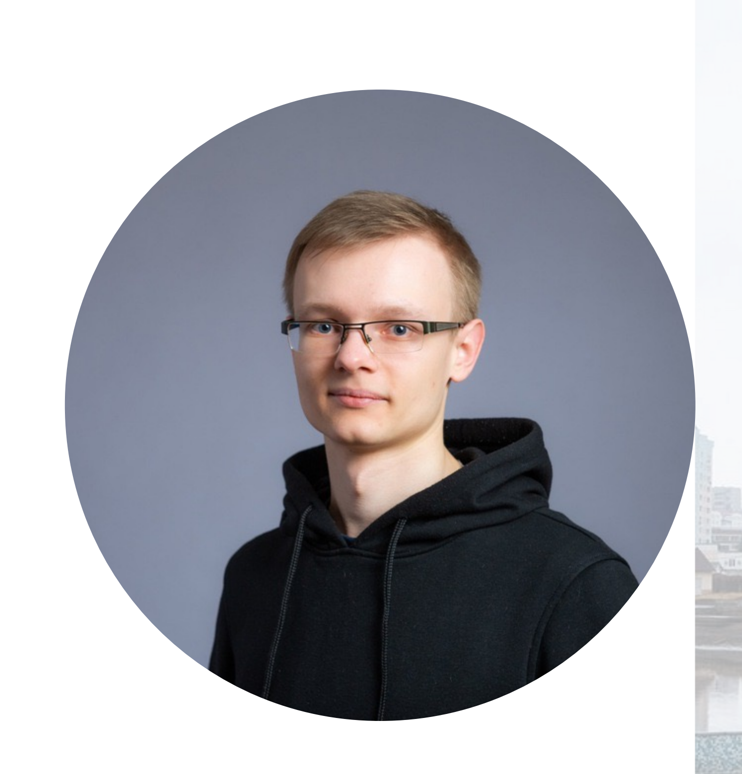
ML в металлургии - простые вещи в сложных условиях

Тюрин Алексей, Группа «НЛМК»



Немного обо мне

- Алексей Тюрин, 26 лет
- окончил Липецкий государственный технический университет
- начинал как php разрабочик на поддержке в НЛМК
- 4 года на НЛМК в fullstack-разработке / 3 года в ML
- разрабоатываю цифровые советчики для сталеплавильного производства Липецкой площадки НЛМК
- tg @alexei_tyurin





Группа НЛМК







>50 000

сотрудников

в России и за рубежом



>18

млн тонн

мощности по производству стали



1 место

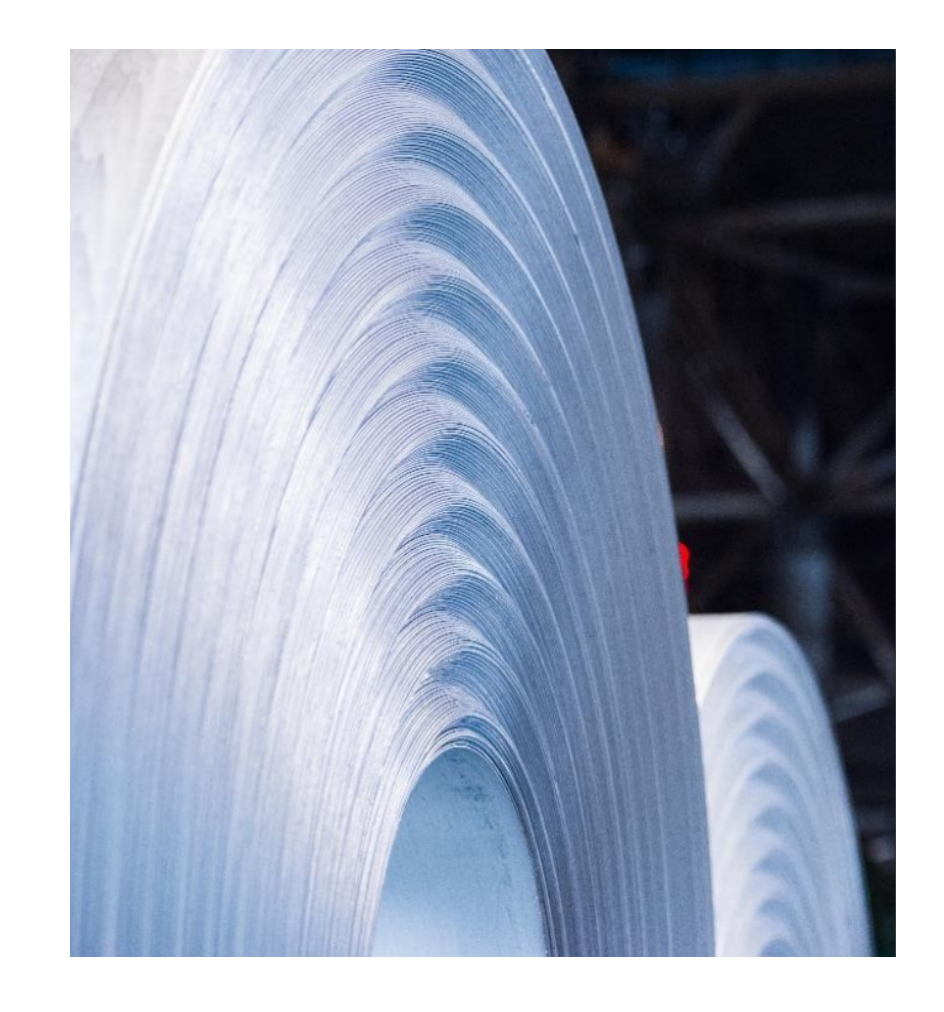
в России

по выпуску стали



20 площадок в 7 странах

производственные активы





География бизнеса



НЛМК Калуга
Сталь
Прокат

НЛМК США
Сталь
Прокат

НЛМК Дания
Прокат

НЛМК Европа (СП)
Сталь
Прокат

НЛМК Индия
Сервисный центр

США
Дания
Бельгия
Италия
Франция
Россия
Москва
Липецк

НЛМК Липецк
Кокс
Сталь
Прокат

ВИЗ-Сталь
Прокат

НЛМК Урал
Сталь
Прокат

СТОЙЛЕНСКИЙ ГОК
Концентрат
Окатыши

Алтай-Кокс
Кокс



Что в программе?



Будет:

- ✓ Что такое сталеплавильное производство
- ✓ Какую задачу рашает ML в сталеплавильном производстве
- ✓ Пример цифрового продукта с ML
- ✓ Особенности реализации
- ✓ Как избежать трудностей реализации

Не будет:

- ○ Тонкостей ML и CV
- ○ Новых супер-алгоритмов



Глоссарий сталевара



Доменный цех

цех по производству чугуна

Конвертерный цех

цех по производству стали из чугуна

Конвертер

агрегат для получения жидкой стали (плавки) из расплавленного чугуна и металлолома

Чугуновозный ковш

ёмкость, в которой находится чугун (жидкий металл) на пути из доменного цеха в конвертерный цех, вместимостью от 80 до 110 тонн

Чугунозаливочный ковш

ёмкость, в которой находится чугун (жидкий металл) на пути от миксерного отделению к конвертеру

Сляб

слиток стали, готовая продукция конвертерного цеха

Миксерное отделение

участок перелива чугуновозных ковшей в чугунозаливочные



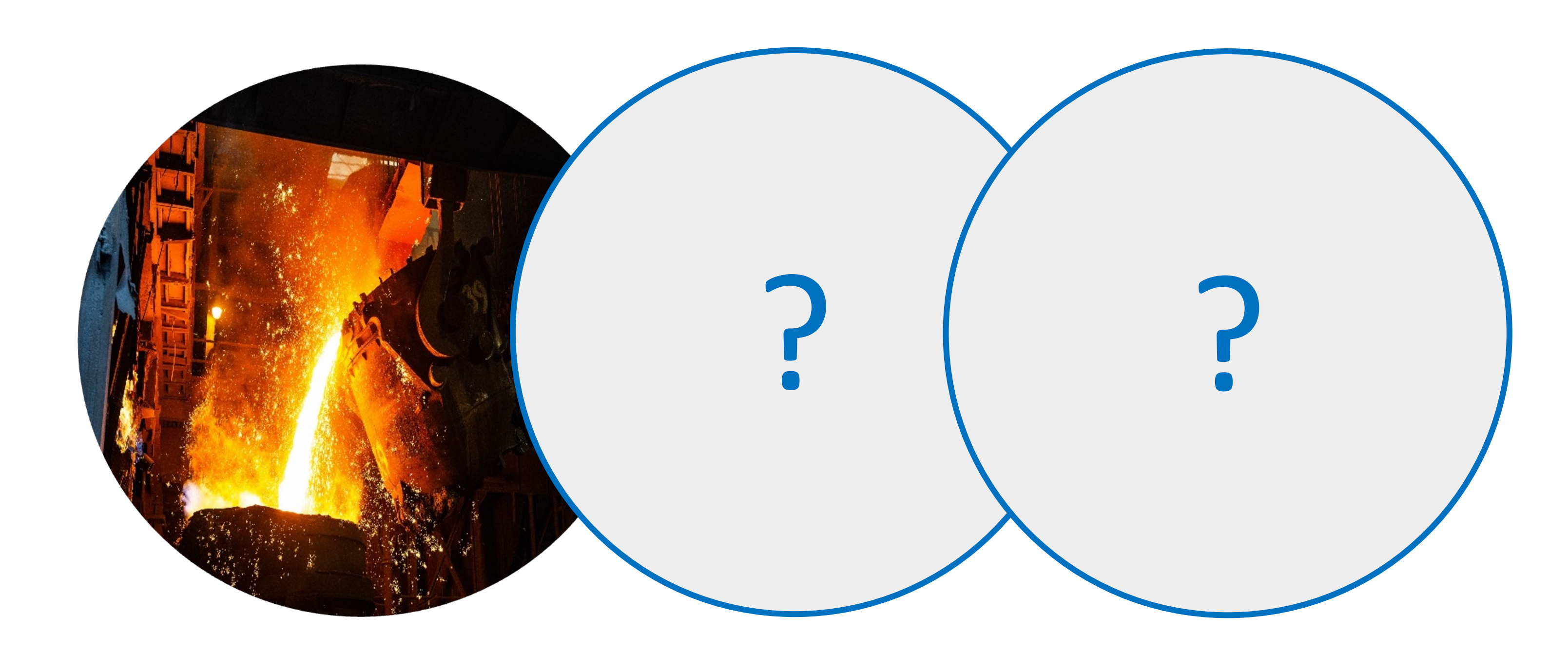


Сталеплавильное производство



Чем занимается сталеплавильное производство?

Для начала нужен чугун









Чем занимается сталеплавильное производство?

Для начала нужен чугун

Превращаем чугун в сталь





Сталеплавильное производство



Чем занимается сталеплавильное производство?

Для начала нужен чугун

Превращаем чугун в сталь

Разливаем сталь в слябы





Как устроено сталеплавильное производство



Контур сталеплавильного производства

1

Доменные печи производят чугун.

2

В конвертере происходит выплавка стали путем продувки металла кислородом.

3

На агрегатах внепечной обработки сталь доводится до целевого химического состава путем внесения в металл легирующих материалов.

4

На УНРС происходит разливка стали в слябы.

В сутки проходит более 1 000 перемещений чугуна, жидкого металла, слябов от агрегата к агрегату (ж/д транспорт, сталевозы, мостовые краны, рольганды)



В чем практическа польза ML на производстве



Безопасность

Экономический и Технологический эффект

Транслирование знаний и опыта



Сервис «Переливы ковшей»





Немного о чугуновозных ковшах



- ✓ Приезжают составом
- ✓ Имеют индивидуальный рукописный номер
- ✓ Имеют разную массу и химический состав
- ✓ Переливаются в чугунозаливочный ковш





Простая задача перелива



120

80

100

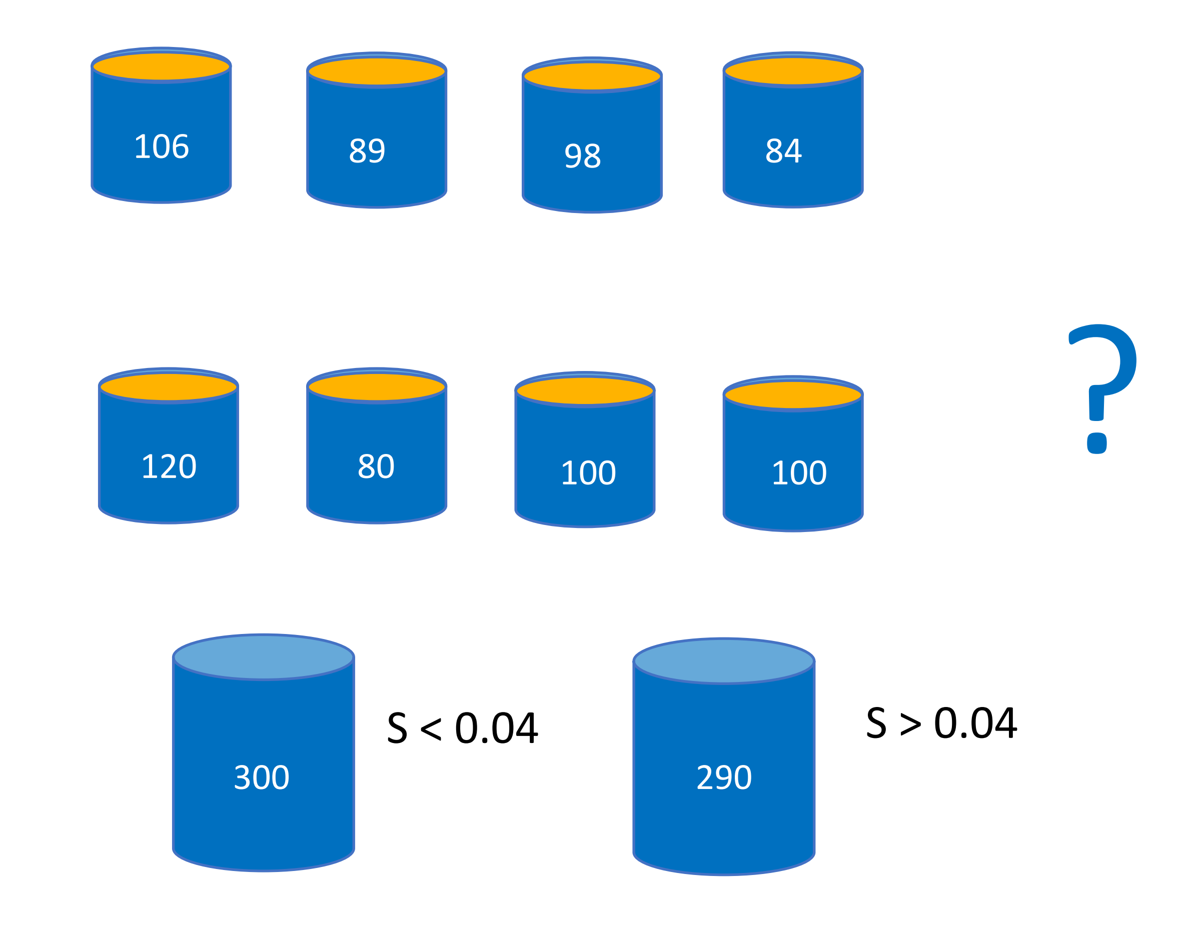
100

300



Сложная задача перелива







Зачем наш сервис бизнесу



Бизнес хочет узнать как

- Составить нужную комбинацию 3х чугуновозных ковшей для одного чугунозаливочного, при этом учитывая требования по химии?
- А что если один из чугунозаливочных ковшей нужно налить раньше?
- Освободить один из составов с чугуновозными ковшами как можно скорее!
- …

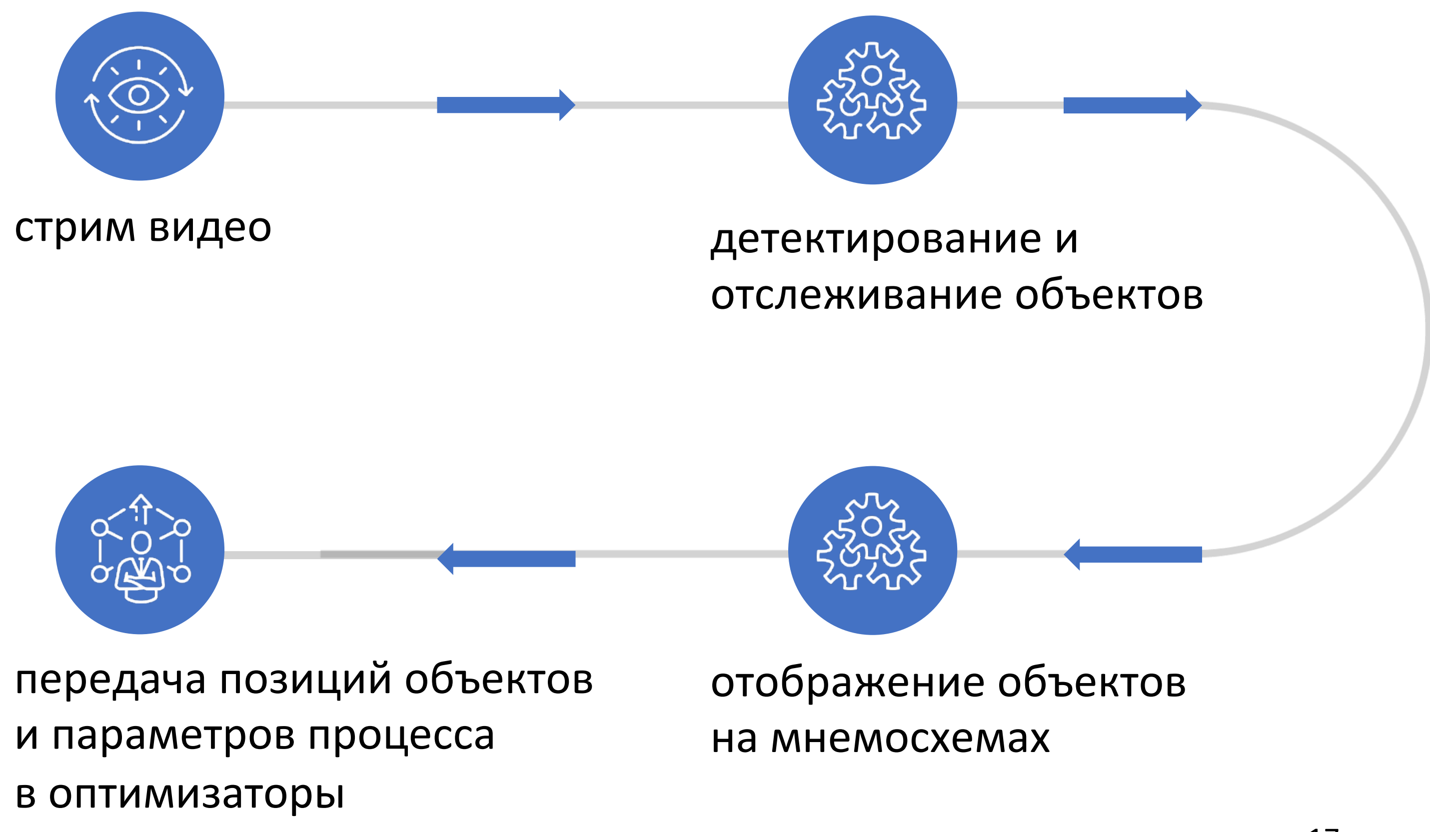
Советчик

- Предлагаю оптимальную последовательность переливов



Как устроен CV в советчике

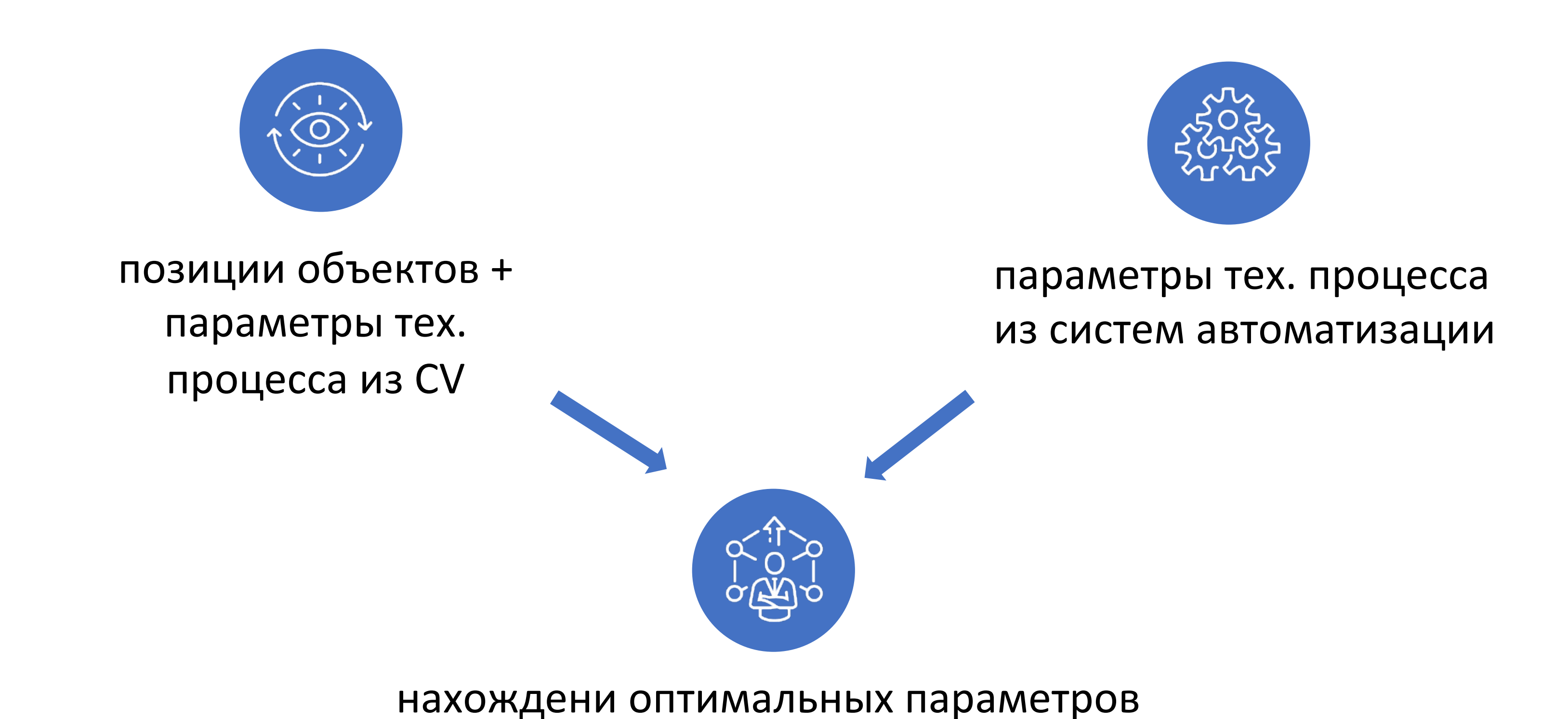






Как устроен оптимизатор







Решение на чистом ML



Алгоритм работы модели

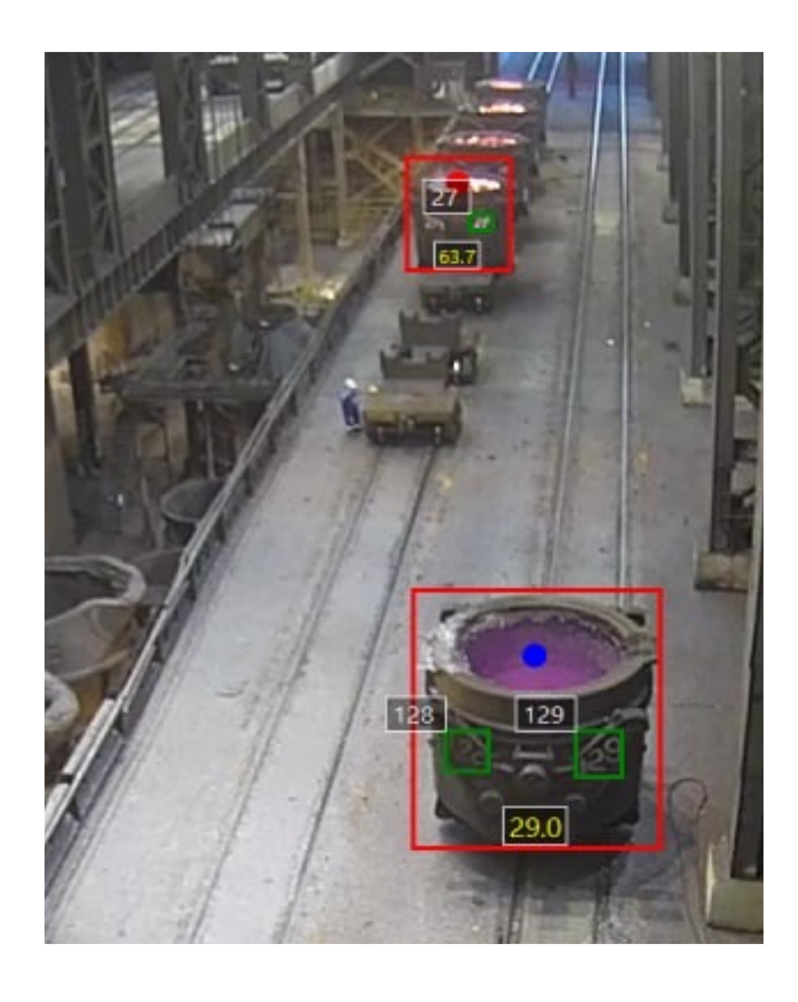
- Распознать ковш целиком
- Распознать номер ковша
- Отследить координаты

Точность на тестовых данных

- 95%

Точность в продакшене

- 70%

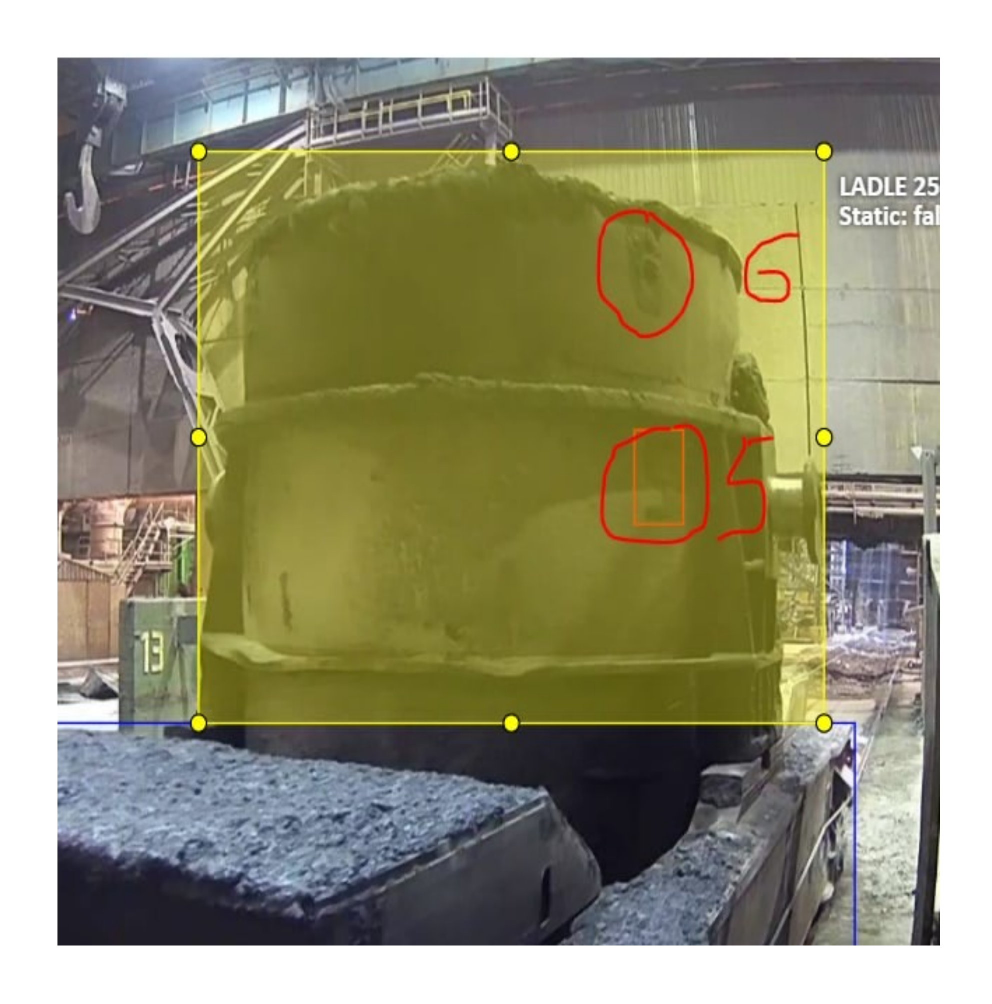




Топ 3 проблем в продакшене



- Перерисовка номеров ковшей
- Ввод новых ковшей в эксплуатацию или выход из ремонта
- Непредвиденные маршруты перемещения ковшей







Условия работы видео-камер







Условия работы видео-камер



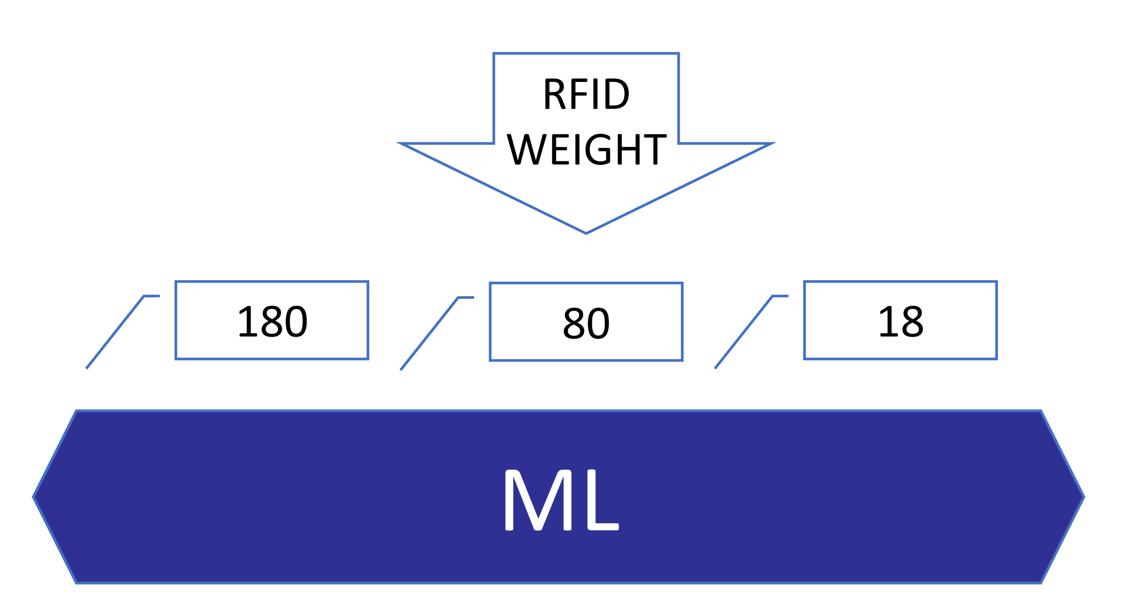


Гибридное решение



Алгоритм работы модели

- Распознать ковш целиком
- Распознать номер ковша
- Выбрать кандидата на номер ковша используя RFID-вес
- Отследить координаты



Точность на тестовых данных

- 98%

Точность в продакшене

- **~98% Успех!**



Ключевые предпосылки успешного внедрения ML в промышленности



- Достаточный уровень автоматизации
- Глубокое изучение предметной области или даже практический опыт
- Понимание ИТ-инфраструктуры
- Итерационный подход
- Понимание пайплайнов данных



Тюрин Алексей
tyurin_as2@nlmk.com



